

DERWENT-ACC-NO: 1999-296746  
DERWENT-WEEK: 199950  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Temperature controlling gas dispersion plate for  
chemical vapour  
deposition chamber - has gas penetrator through which  
constant gas is supplied,  
is connected between input and output channels of gas  
injection manifold to  
which coolant is supplied via specific channel

INVENTOR: JOHNSON, M; LEI, L ; TRINH, S

PATENT-ASSIGNEE: APPLIED MATERIALS INC[MATEN]

PRIORITY-DATA: 1997US-0893859 (July 11, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
US 5968276 A	October 19, 1999	N/A
000	C23C 016/00	
JP 11100673 A	April 13, 1999	N/A
024	C23C 016/44	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
US 5968276A	N/A	1997US-0893859
July 11, 1997		
JP 11100673A	N/A	1998JP-0195918
July 10, 1998		

INT-CL (IPC): C23C016/00; C23C016/44 ; H01L021/205 ;  
H01L021/285

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11100673A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - The CVD has a gas injection  
manifold. A gas  
penetrator through which constant gas is supplied is  
connected between the gas  
input and output channels of the gas injection manifold. A  
coolant is supplied

through the channels in gas injection manifold.

USE - For semiconductor wafer processing.

ADVANTAGE - By using gas dispersion plate, gas is uniformly dispersed in the chamber enabling uniform deposition on the wafer surface.

ABSTRACTED-PUB-NO: US 5968276A

EQUIVALENT-ABSTRACTS: NOVELTY - The CVD has a gas injection manifold. A gas penetrator through which constant gas is supplied is connected between the gas input and output channels of the gas injection manifold. A coolant is supplied through the channels in gas injection manifold.

USE - For semiconductor wafer processing.

ADVANTAGE - By using gas dispersion plate, gas is uniformly dispersed in the chamber enabling uniform deposition on the wafer surface.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS:

TEMPERATURE CONTROL GAS DISPERSE PLATE CHEMICAL VAPOUR

DEPOSIT CHAMBER GAS

PENETRATE THROUGH CONSTANT GAS SUPPLY CONNECT INPUT OUTPUT CHANNEL GAS

INJECTION MANIFOLD COOLANT SUPPLY SPECIFIC CHANNEL

DERWENT-CLASS: L03 U11

CPI-CODES: L04-D01; L04-D10;

EPI-CODES: U11-C09B;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1999-087504

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-223025

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-100673

(43)公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 2 3 C 16/44  
H 0 1 L 21/205  
21/285

識別記号

F I  
C 2 3 C 16/44 D  
H 0 1 L 21/205  
21/285 C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L 外国語出願 (全 24 頁)

(21)出願番号 特願平10-195918

(22)出願日 平成10年(1998) 7月10日

(31)優先権主張番号 08/893859

(32)優先日 1997年7月11日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド

APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア  
ベニュー 3050

(72)発明者 ローレンス チュン-ライ レイ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州,

ミルピタス, カントリー クラブ ドラ  
イヴ 1594

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

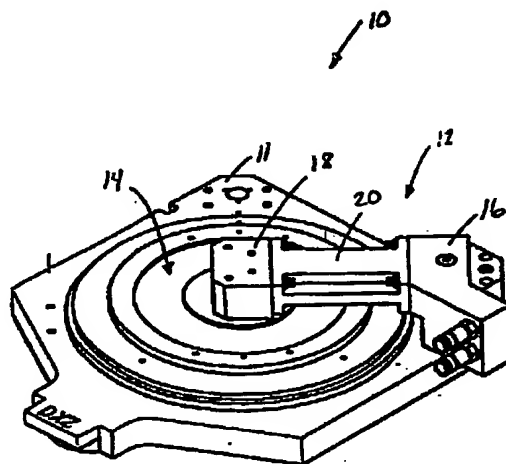
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 改良型熱交換通路接続

(57)【要約】

【課題】化学気相堆積チャンバに送出されるガスの熱管  
理を改良するための方法と装置を提供する。

【解決手段】 熱管理は、堆積のためにガスをチャンバ  
に送出する堆積ガス通路での熱伝導に熱伝導性流体を使用  
して達成される。ガス噴射マニホールドは、ガス通路  
が定電圧勾配ガス貫通部材を貫通し、冷却液通路が定電  
圧勾配ガス貫通部材の入口に接続されたガスインプット  
マニホールドを貫通するガス通路と冷却液通路を有して  
いる。この構成によって、冷却液の流れが増大され、冷  
却液システムのシールを破らずに定電圧勾配ガス貫通部  
材の保守と分解を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学気相堆積チャンバで使用するためのガス噴射マニホールドであって、ガスインプットマニホールドと、ガスアウトプットマニホールドと、前記ガスインプットマニホールドに着脱可能に取付けられた第一の端部、及び前記ガスアウトプットマニホールドに着脱可能に取付けられた第二の端部を有する定電圧勾配ガス貫通部材と、を備え、前記ガスインプットマニホールドが、前記定電圧勾配ガス貫通部材内を通らずに延びる冷却通路を備えるガス噴射マニホールド。

【請求項2】 前記冷却通路がガスインプットマニホールド内に内蔵されている請求項1記載のガス噴射マニホールド。

【請求項3】 前記冷却通路が前記ガスインプットマニホールドのみを貫通している請求項1記載のガス噴射マニホールド。

【請求項4】 前記ガスアウトプットマニホールドを貫通して形成された冷却通路を備える請求項1記載のガス噴射マニホールド。

【請求項5】 化学気相堆積チャンバ用のガス送出システムであって、

ガスインプットマニホールドと、ガスアウトプットマニホールドと、前記ガスインプットマニホールド及び前記ガスアウトプットマニホールドとの間に接続された定電圧勾配ガス貫通部材と、前記ガスアウトプットマニホールドに接続されてブロッカープレートとを有するガスボックスと、前記ブロッカープレートの下に配置されたガス分散プレートと、前記ガスインプットマニホールドを貫通し、前記定電圧勾配ガス貫通部材を貫通し、更に前記ガスアウトプットマニホールドを貫通して前記ガスボックスに延びるガス通路と、前記ガスインプットマニホールド内にのみ設けられた冷却流体流路と、を備えるガス送出システム。

【請求項6】 前記ガスボックスと熱伝導し合うように配置された冷却液プールを備える請求項5記載のガス送出システム。

【請求項7】 前記ガス分散プレートと熱伝導し合うように配置された冷却液プールを備える請求項5記載のガス送出システム。

【請求項8】 前記ガスインプットマニホールドを通る前記冷却液通路が液体入口と液体出口を有し、前記液体出口と冷却液プールとの間に接続されたコンジットを更に備える請求項6記載のガス送出システム。

【請求項9】 前記ガスインプットマニホールドを通る前記冷却液通路が液体入口と液体出口を有し、前記液体

出口と前記冷却液プールとの間に接続されたコンジットを更に備える請求項7記載のガス送出システム。

【請求項10】 前記ガスインプットマニホールド及び前記ガスアウトプットマニホールドが金属製である請求項5記載のガス送出システム。

【請求項11】 前記液体冷却プールが実質的に環状な流路を画する請求項9記載のガス送出システム。

【請求項12】 前記液体冷却プールが実質的に環状なチャンバを画する請求項9記載のガス送出システム。

【請求項13】 内部環状面と外部環状面との間の前記冷却液プール内に放射状に配置された壁と、冷却液出口であって、冷却液出口と冷却液コンジットが、壁の反対側の前記冷却液プールに通じている冷却液出口と、を更に備える請求項12記載のガス送出システム。

【請求項14】 冷却液通路を開けずに前記定電圧勾配ガス貫通部材を取り外せることを特徴とする請求項5記載のガス送出システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】本発明は、一般に半導体ウェーハ処理装置に使用されるガス分散プレート、特に化学気相堆積チャンバ内で使用される液体冷却式ガス分散プレートに関する。

【0002】

【関連技術の背景】ガス分散プレートは、一般に、化学気相堆積(CVD)チャンバ内で、ガスを導入する際に、そのガスをチャンバ内に均一に分散させるために使用される。均一なガス分散は、チャンバ内に配置されたウェーハ表面に均一な堆積特性を達成するために必要である。

【0003】現在市販されているガス分散プレートを使用してガス又は混合ガスを取り扱う際に、そのプレートの温度によって、堆積ガスの成分同士で望ましくない反応発生するなどの問題が発生する。TEOS、シラン、タングステン、ケイ化タングステン、窒化チタン、アルミニウム、銅、チタンを含むガスを使用するプロセス或いは減圧CVDプロセスなどでは、堆積ガスの熱管理が必要或いは望ましいであろう。

【0004】たとえば、化学気相堆積でケイ化タングステン層を堆積させる場合、タングステン、六フッ化タングステン、及びシランは、ガスマニホールドを通して送入されて、ガスマニホールドヘッド内の水冷式ガス混合チャンバ内で混合される。2種類の反応ガスは、低温で維持されなくてはならない。理由は、約25℃より高温では、2種類のガスが反応して固体のケイ化タングステンが形成されてしまうためである。反応ガスが、冷却されたガスマニホールドヘッド内で混合された後、混合ガスは、標準のガス分散プレートシステムを通過して、均一に分散された混合ガスが化学気相堆積チャンバ内に導入される。その後、混合ガスは、チャンバ内のウェーハ

に衝突し、そこで2種類のガスが反応してケイ化タングステンをウェーハ上に堆積する。

【0005】前記のシステムでは、従来技術のガス分散プレートが25℃を超える温度になると、粒子汚染が発生する。プレートがそのような温度になると、2種類のガスがガス分散プレートで反応してウェーハを汚染し得る大きな粒子を形成する。更に、25℃よりも高い温度になると、堆積物が形成されてプレートのガス分散ホールがふさがれ、不均一な堆積となる。更に、ケイ化タングステンの層がプレートの内面に形成されると、その後大きな粒子が剥がれて、その大きな粒子がウェーハ上に降り注いで不均一なケイ化タングステン層が形成される。その結果、ウェーハは汚染されて価値のないものになる。

【0006】図1は、市販されている化学気相堆積チャンバ用のシステム10の斜視図であり、ポンピングプレート、即ち、ふた部11を有している。ポンピングプレート11は、ガス噴射マニホールド12とガスボックス14とを有する。ガス噴射マニホールド12は、通常、ガス源に通じるガスインレットマニホールド16、ガスボックス14に通じるガスアウトレットマニホールド18、及びそれらの間に配置された定電圧勾配ガス貫通部材20を有する。

【0007】図2は、図1のガスボックス14の分解組立図である。このボックス14は、RFホットであり、プロセスガスをガスアウトレットマニホールド18からブロッカープレート22に送る。つまり、このブロッカープレート22は、プロセスガスをガス分散プレート24に向けるためのものである。そこでプロセスガスは無数の孔を通してウェーハ上に均一に分散される。絶縁体26が、“RFホット”ガス分散プレート24と“電気的に接地された”チャンバのふた部11との間に設けられている。

【0008】図3は、図1のガス噴射マニホールド12の断面図である。このマニホールド12は、プロセスガスをチャンバ本体の貫通部材のライン（図示せず）からガスボックス14（図2参照）に向けるものである。ガス噴射マニホールド12は、一般にガスインレットマニホールド16、ガスアウトレットマニホールド18、及びこれらの間にある定電圧勾配ガス貫通部材20を備えている。ガスインレットマニホールド16及びガスアウトレットマニホールド18は、一般に金属製である。従って、定電圧勾配ガス貫通部材20は、石英やポリ四フッ化エチレン（PTFE、Wilmington, DelawareのDupont de Nemour & Company から TEFLONの商標で市販されている。）等の電気絶縁体ハウジング22を含む。ガス供給管24は、ガスインレットマニホールド16から定電圧勾配ガス貫通部材20を経由してガスアウトレットマニホールド18に延びている。セラミック抵抗管26が、ガス供給管24の周囲に配置されて、RFホットガスア

ウトレットマニホールド18と、電気的に接地されたガスインレットマニホールド16との間が定電圧勾配となるようにしている。

【0009】電気絶縁体ハウジング22には、ガス供給管24の通路30に隣接して一対の水輸送管路、つまり通路28が設けられている。水輸送管路28は、水インレット管路と水アウトレット管路を含み、ガスインレットマニホールド16と、チャンバふたアセンブリ10内の冷却水プールや管路（図示せず）との水のやり取りを行う。冷却プールや管路を使用してふたアセンブリ10の様々な部分を水で加熱したり冷却できる。更に、水輸送管路28を通る水は、ガス供給管24を通るガスの熱管理用として使用できる。通常、水は、水アウトレット管路を経由して、水の温度を制御する熱交換システム（図示せず）に戻る。

【0010】図4は、ガス送出システムであり、図3のガス噴射マニホールド12を内蔵している。反応ガスは、ガスインレットマニホールド16、定電圧勾配ガス貫通部材20のガス供給管24及びガスアウトレットマニホールド18を通して化学気相堆積チャンバのガスボックス14に放出される。その反応ガスは、冷却液が、ガスアウトレットマニホールド18、貫通部材20の第二の液体管路28及びガスインレットマニホールド16を経由して戻る前に、ガスインレットマニホールド16、貫通部材20の第一の液体管路28、ガスアウトレットマニホールド18、更にガスボックス14に隣接する液体プール32内を通過することによって冷却される。冷却液は、ガスインレットマニホールド16を出ると、中央又は専用熱交換システムに戻るか、更なる冷却のために他の装置又はチャンバに渡される。

【0011】しかし、図1～4を参照して述べたシステムは、いくつかの動作上の制約がある。第一に、ガス噴射マニホールド12の通路には、粒子汚染物質が堆積するので定期的に浄化する必要がある。完全な浄化を容易にするには、ガス噴射マニホールドを分解する必要がある。しかし、電気絶縁体ハウジング20をゆるめてガスインレットマニホールド16及びアウトレットマニホールド18から取り外すと、水輸送通路28が開いて、水が装置の上や周囲にこぼれる。分解する前に、水輸送通路28から排水しておく、こぼれる水量を最小限に押さえることは可能であるが、通常、水輸送通路28を浄化する必要はないので、これらの措置は、まったく非生産的である。更に、水輸送通路28と通じているガスインレットマニホールド16及びガスアウトレットマニホールド18と、再度組み立てられたハウジング20との間のシールからの水漏れを保守手順に従ってチェックする必要がある。

【0012】従来技術における装置の他の制約としては、電気絶縁性ハウジング20、セラミック抵抗器、及びガス供給管は、通常、低熱伝導性を有する物質からで

きている。その結果、流体間の熱エネルギーの移動は非常に低い。

【0013】更に、熱交換流体を電気絶縁性ハウジングに流すことは、水輸送流路の直径にいくつかの制約を与えるので、水の流速及び圧力がシステム全体で降下する。

【0014】図5は、代替の熱交換システム40であって、柔軟性のある冷却液管42、44を冷却水プール32へと、またそこから直接接続して、システム10に関する前記のいくつかの制約を克服している。しかし、代替システムでは、ガス噴射マニホールド16を熱管理できない。従って、代替システムは、上記のケイ化タングステン等の堆積等の所定の処理の使用には適さない。

【0015】従って、ガス噴射マニホールド及びガスボックスの熱管理を改良した化学気相堆積チャンバが必要である。更に、チャンバに入る熱交換流体とプロセスガスとの間での熱交換を改良したガス噴射マニホールドが必要である。ガス噴射マニホールドが、水冷システムを、マニホールドの保守と浄化中に閉じたまましておくことができれば、浄化手順と水漏れ防止が簡単になるであろう。この水冷システムで、水流が高速で、チャンバ全体に渡る圧力降下が低ければ、更に望ましいであろう。

【0016】

【発明の概要】本発明は、化学気相堆積チャンバに送出されるガスの熱管理を改良するための方法と装置を提供するものである。熱管理は、堆積用にガスをチャンバに送出する堆積ガス通路での熱伝達に熱伝導性流体を使用することで達成される。

【0017】本発明は1つの側面において、ガス通路と冷却液通路を有するガス噴射マニホールドを提供するものであり、ガス通路は、定電圧勾配ガス貫通部材を通して延び、冷却通路は、定電圧勾配ガス貫通部材の入口の端部に接続されたガスインプットマニホールドを経由してのみ延びている。ガスインプットマニホールドは、金属等の熱伝導率の高い物質で作られている。この方法によって、冷却液体とガスとの間の熱伝導が最適化され得る。

【0018】本発明は他の側面において、ガス噴射マニホールド用の冷却液システムを提供するものである。この冷却液システムは、ガス噴射マニホールド、特に定電圧勾配ガス貫通部材の、保守及び分解中にも完全な状態を保つ。これは、主として内蔵型熱交換器をガスインプットマニホールド内に備えることによって達成される。このガスインプットマニホールドには、冷却液入口と冷却液出口が別々に設けてある。更に、前記のガスインプットマニホールドは、ガス噴射マニホールドを分解せずに、冷却液システムの保守や分解を行うことができることも認識しておく必要がある。

【0019】本発明は更なる側面において、冷却液を定

電圧勾配ガス貫通部材に通さずにガス噴射マニホールド及びガスボックス、又はガス分散プレートに冷却するものである。ガスボックス又はガス分散プレート内の冷却液プール又は流路及びガスインプットマニホールドを通る熱交換通路は、連続して又は平行して操作されることができる。その熱交換通路は、ガス通路に近接してガスインプットマニホールド等の部材を貫通している孔、ガスボックスに隣接するような平行する2つのプレート間に画されたチャンバ、又はガス分散プレートを囲む壁などにあるシールされた環状溝からなる。プラスチックやゴム等の柔軟性のある管を使用して冷却液を通路に送出したり通路間で移送したりすることができる。

【0020】本発明の各冷却システムは、ガス送出システムの熱管理を改良して化学気相堆積チャンバ用に供している。ガスの熱管理又は熱制御は、しばしばガス送出システム内の望まない堆積や副作用を防止するために必要であったり、望ましい場合がある。

【0021】本発明は更に他の側面において、ガスインプットマニホールドを有するガス噴射マニホールド、定電圧勾配ガス貫通部材、及びガスアウトプットマニホールドに、ガスインプットマニホールドを通る冷却液通路、及び定電圧勾配ガス貫通部材をバイパスするための冷却液通路に結合されたバイパス部材が設けられている。このバイパス部材を使用すると、冷却液システムのシールを破らずに定電圧勾配ガス貫通部材の保守と分解を行うことができる。1つの実施形態では、バイパスには第二の端部があつてガスボックス内の冷却プール、又はガス分散プレート内の流路に結合されている。

【0022】本発明の前記に詳細に列挙した特徴と利点を理解できるようにするため、本発明を前記に簡単に要約した特定の説明を添付図面に示した実施形態で行う。しかし、注意を要することは、図面は、本発明の代表的な実施形態のみを示していること、従って本発明の範囲を制限するものでないこと、そのため本発明は他の同様に効果的な実施形態を認めることである。

【0023】

【好適な実施形態の詳細な説明】本発明は、化学気相堆積チャンバに送出されるガスの熱管理を改良するための方法と装置を提供するものである。熱管理は、堆積用にガスをチャンバに送出する堆積ガス通路での熱伝達に熱伝導性流体を使用することで達成される。

【0024】本発明は1つの側面において、ガス通路と冷却液通路を有するガス噴射マニホールドを提供するものであり、ガス通路は、定電圧勾配ガス貫通部材を通して延び、冷却通路は、定電圧勾配ガス貫通部材の入口の端部に接続されたガスインプットマニホールドを経由してのみ延びている。ガスインプットマニホールドは、金属等の熱伝導率の高い物質で作られている。この方法によって、冷却液体とガスとの間の熱伝導が最適化され得る。

【0025】本発明は他の側面において、ガス噴射マニホールド用の冷却液システムを提供するものである。この冷却液システムは、ガス噴射マニホールド、特に定電圧勾配ガス貫通部材、保守及び分解中にも完全な状態を保つ。これは、主として内蔵型熱交換器をガスインプットマニホールド内に備えることによって達成される。このガスインプットマニホールドには、冷却液入口と冷却液出口が別々に設けてある。更に、前記のガスインプットマニホールドは、ガス噴射マニホールドを分解せずに、冷却液システムの保守や分解を行うことができることも認識しておく必要がある。

【0026】本発明は更なる側面において、冷却液を定電圧勾配ガス貫通部材に通さずにガス噴射マニホールド及びガスボックス、又はガス分散プレートに冷却するものである。ガスボックス又はガス分散プレート内の冷却液プール又は流路及びガスインプットマニホールドを通る熱交換通路は、連続して又は平行して操作されることができる。その熱交換通路は、ガス通路に近接してガスインプットマニホールド等の部材を貫通している孔、ガスボックスに隣接するような平行する2つのプレート間に画されたチャンバ、又はガス分散プレートを囲む壁などにあるシールされた環状溝からなる。プラスチックやゴム等の柔軟性のある管を使用して冷却液を通路に送出したり通路間で移送したりすることができる。

【0027】図8はガスインプットマニホールド54の斜視図であって、ガス通路80、82及びマニホールドを貫通した冷却液通路52を有している。ガスインプットマニホールド54を貫通する冷却液通路52は、好ましくはガス通路80、82に近接してガスインプットマニホールドを貫通している1つ以上のドリル孔である。

【0028】図10は、本発明の図6の冷却システム50に準じた図1のガスボックス14の断面図である。冷却液プール68を有する通路は、ガスボックス14のチャンバ92のどこかの上部或いは下部に配置されているであろう2つの平行プレート84、86と円筒の内外壁90、88との間に設けられているチャンバである。

【0029】図9は、ガス分散プレート24の斜視図である。そのプレートの周囲には環状の冷却液通路94が設けてある。冷却液が、封止された環状の溝94等の冷却液流路に供給されることができる。この流路は、ガスボックス又はガス分散プレート24の周囲のふた部、チャンバ壁或いはリング部材に設けられている。プラスチックやゴム等の柔軟性のある管を使用して冷却液を通路に送出したり、通路間で転送したりすることができる。交合リング（図9には図示せず）が溝94の上部を封止しているが、溝94と通じる入口96と出口98とが設けられている。

【0030】本発明の各冷却システムは、ガス送出システムの熱管理を改良して化学気相堆積チャンバ用に供している。ガスの熱管理又は熱制御は、しばしばガス送出

システム内の副作用や望まない堆積を防止するために必要であり、或いは望ましい。

【0031】更に他の側面からみると、本発明は、ガスインプットマニホールドを有するガス噴射マニホールド、定電圧勾配ガス貫通部材、及びガスアウトプットマニホールドに、ガスインプットマニホールドを通る冷却液通路、及び定電圧勾配ガス貫通部材をバイパスするための冷却液通路に結合されたバイパス部材が設けられたものである。このバイパス部材を使用すると、冷却液システムのシールを破らずに定電圧勾配ガス貫通部材の保守と分解を行うことができる。1つの実施形態では、バイパスに第二の端部があつてガスボックス内の冷却プール、又はガス分散プレート内の流路に結合されている。

【0032】図6は、本発明の化学気相堆積チャンバ用ガス送出システム50の斜視図である。冷却液体は、ガスインプットマニホールド54内の冷却液通路52に供給されて、ガスボックス14又はガス分散プレート24（図2参照）に近接している冷却液プール56に任意で渡すことができる。これらの冷却液通路52、56は、所望する温度の流体を供給する熱交換流体源58に接続される。図6に示すように、流体を通路間で行き来させる好適な手段は、柔軟性のあるホース、たとえばプラスチックやゴムホース等のコンジット58、60、62を使用することである。冷却通路52、56は、連続して或いは平行して機能させることができるが、冷却流体はガスインプットマニホールド通路52と冷却プール56とを続けて通ることが通常好ましく、また、その順序で通ることが最も好ましい。これは、ガスインプットマニホールド54内で発生する熱伝導の大きさが一般に冷却プール56とガスボックス又はガス分散プレートとの間で発生する熱伝導よりも非常に少ないためである。

【0033】図7は、冷却液プール56の上面図である。冷却液プール56には、ほぼ環状なチャンバに対して入口64と出口66が設けてある。本発明では、環状チャンバ68は、内部環状面72から外部環状面74に延びる放射状に配置された壁70を有することが好ましい。この壁70は、冷却流体が冷却液出口66を出る前に冷却プール56経由の長い弓状経路を通るようにしている。図に示すように、冷却液の入口64と出口66は、それぞれ壁70の近くの相対する側に配置することが望ましい。流体の循環を増大するために壁の配置を変えることもできることを認識しておく必要がある。これらの壁のらせん状や曲がりくねったものなども本発明の範囲から逸脱せずに含まれ得ることを確信する。

【0034】本発明において使用している冷却液は、所望する温度で液体を供給できる既知システムによって供給できる。特に、そのシステムは、比較的に一定温度の冷却液を連続して供給できる専用の或いは集中化されたいずれかの熱交換器を有する。これらのシステムは、一般にクリーンルーム外に配置され、冷却液を複数の装置

に供給する連続循環ループを有する。

【0035】前記は、本発明の好適な実施形態に向けられているが、本発明の他の更なる実施形態も本発明の基本範囲から逸脱することなく工夫でき、その範囲は、特許請求の範囲によって決定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の温度制御ガス分散プレートを有するCVDチャンバのふた部分の斜視図である。

【図2】図1に示したふた部のガス送出システムの部品の展開図である。

【図3】ガス噴射マニホールドの断面図である。

【図4】図3のガス噴射マニホールドを有するガス送出

システムの概略図である。

【図5】冷却液通路のないガス噴射マニホールドを含む他のガス送出システムの概略図である。

【図6】本発明のガス送出システムの概略図である。

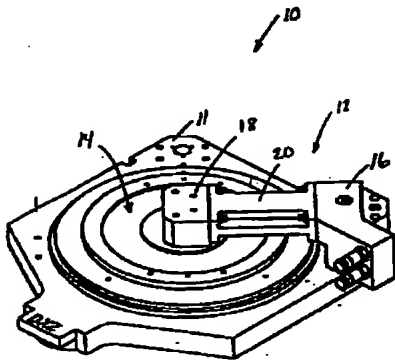
【図7】冷却液プールの上面図である。

【図8】貫通した冷却液通路及びガス通路を有するガスインプットマニホールドの斜視図である。

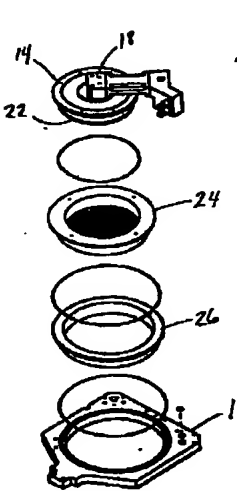
【図9】周囲に環状の冷却液通路が設けられたガス分散プレートの斜視図である。

10 【図10】本発明の図6の冷却システムに従った図1のガスボックスの断面図である。

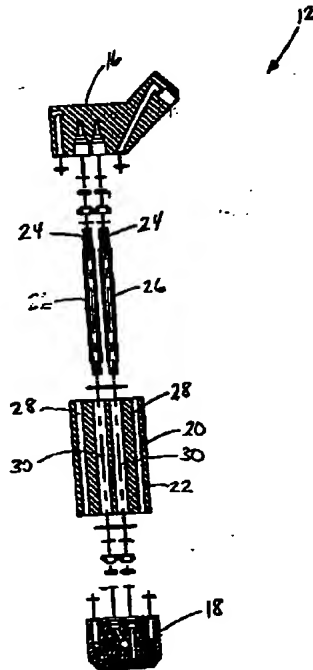
【図1】



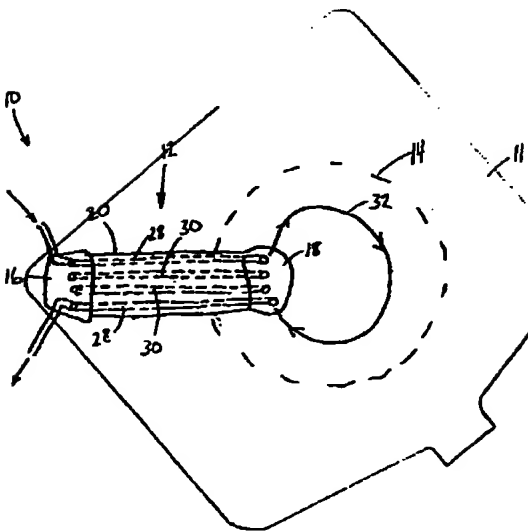
【図2】



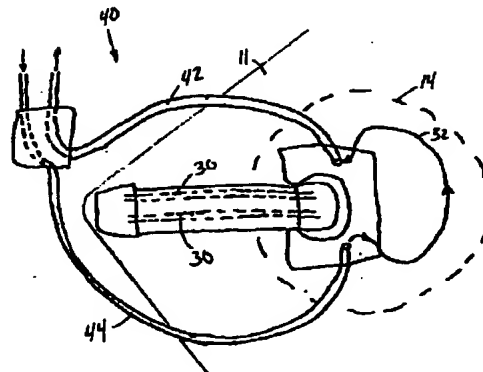
【図3】



【図4】

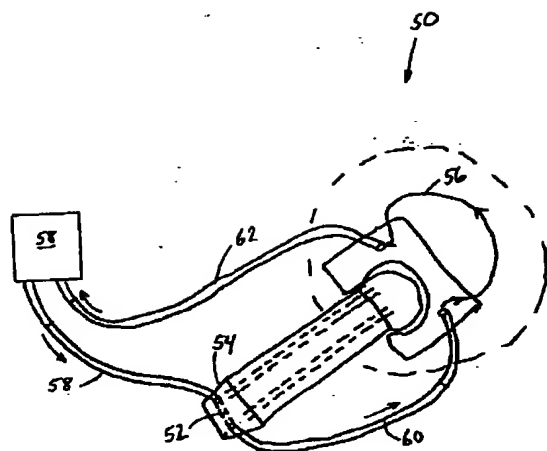


【図5】

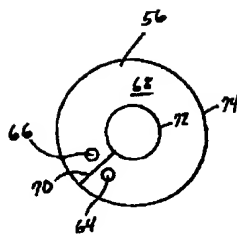




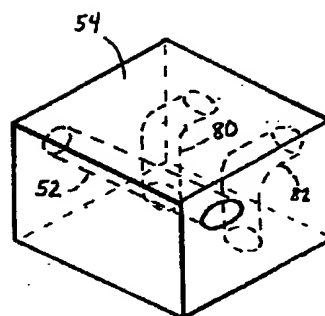
【図6】



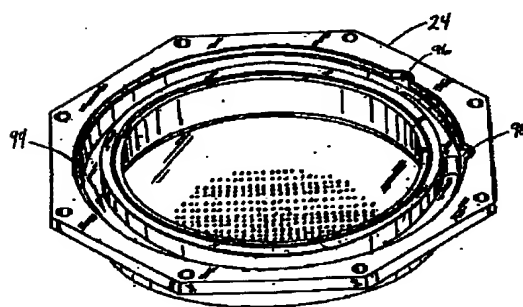
【図7】



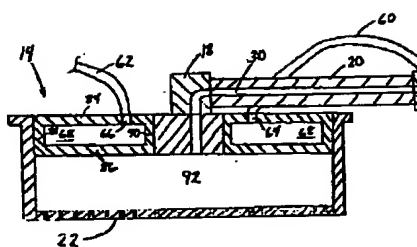
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 ソン トリン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
クバティノ、アルカルデ ロード  
22772

(72)発明者 マーク ジョンソン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サン ノゼ、クーパー アヴェニュー  
15207

## 【外国語明細書】

## 1. Title of Invention

IMPROVED HEAT EXCHANGE  
PASSAGE CONNECTION

## 2. Claims

1. A gas injection manifold for use in a chemical vapor deposition chamber, comprising:  
a gas input manifold;  
a gas output manifold; and  
a constant voltage gradient gas feedthrough having a first end detachably attached to the gas input manifold and a second end detachably attached to the gas output manifold;  
wherein the gas input manifold comprises a coolant passage that does not extend into the constant voltage gradient gas feedthrough.
2. The gas injection manifold of claim 1, wherein the coolant passage is self-contained within the gas input manifold.
3. The gas injection manifold of claim 1, wherein the coolant passage extends solely through the gas input manifold.
4. The gas injection manifold of claim 1, further comprising a coolant passage formed through the gas output manifold.
5. A gas distribution system for a chemical vapor deposition chamber, comprising:  
a gas input manifold;  
a gas output manifold;  
a constant voltage gradient gas feedthrough coupled between the gas input manifold and the gas output manifold;  
a gas box coupled to the gas output manifold and having a blocker plate;  
a gas distribution plate disposed below the blocker plate;

a gas passageway extending through the gas input manifold, through the constant voltage gradient gas feedthrough, through the gas output and manifold, and into the gas box; and  
a cooling fluid channel formed solely within the gas input manifold.

6. The gas delivery system of claim 5 further comprising a coolant liquid pool disposed in thermal communication with the gas box.
7. The gas delivery system of claim 5 further comprising a coolant liquid pool disposed in thermal communication with the gas distribution plate.
8. The gas delivery system of claim 6 wherein the coolant liquid passage through the gas input manifold comprises a liquid inlet and a liquid outlet, and further comprising a conduit coupled between the liquid outlets and the coolant liquid pool.
9. The gas delivery system of claim 7 wherein the coolant liquid passage through the gas input manifold comprises a liquid inlet and a liquid outlet, and further comprising a conduit coupled between the liquid outlets and the coolant liquid pool.
10. The gas delivery system of claim 5 wherein the input and output gas manifolds are made of metal.
11. The gas delivery system of claim 9 wherein the liquid coolant pool defines a substantially annular channel.
12. The gas delivery system of claim 9 wherein the liquid coolant pool defines a substantially annular chamber.
13. The gas delivery system of claim 12 further comprising:  
a radially disposed wall disposed in the coolant liquid pool between an inner annular surface and an outer annular surface; and  
a coolant liquid outlet port, wherein the coolant liquid outlet port and the coolant liquid conduit communicate with the coolant liquid pool on opposing sides of the wall.
14. The gas delivery system of claim 5, characterized in that the constant voltage gradient gas feedthrough may be detached without opening the coolant liquid passage.

### 3. Detailed of Invention

**BACKGROUND OF THE INVENTION****Field of the Invention**

The present invention relates generally to gas distribution plates utilized in semiconductor wafer processing equipment, and more particularly to a liquid cooled gas distribution plate for use in a chemical vapor deposition chamber.

**Background of the Related Art**

Gas distribution plates are commonly utilized in chemical vapor deposition (CVD) chambers to distribute gases uniformly as they are introduced into the chamber. Uniform gas distribution is necessary to achieve uniform deposition characteristics upon the surface of a wafer located within the chamber.

Problems have arisen in utilizing the currently available gas distribution plates when the temperature of the plate causes problems in handling a gas or gas mixture, such as unwanted reactions between components of the deposition gas. Thermal management of the deposition gas may be necessary or desirable in any process that utilizes gases, including TEOS, silane, tungsten, tungsten silicide, titanium nitride, aluminum, copper, titanium, sub-atmospheric CVD processes and the like.

For example, to deposit a layer of tungsten silicide by chemical vapor deposition, tungsten hexafluoride and silane, are input through a gas manifold and mixed in a water cooled gas mixing chamber within the gas manifold head. The two reactant gases must be kept cool, because the two gases will react to form a solid, tungsten silicide, at temperatures greater than approximately 25 degrees centigrade. After mixing the reactant gases in the cooled gas manifold head, the gaseous mixture is passed through a standard gas distribution plate system, whereby a uniform distribution

of the gaseous mixture is introduced into the deposition chamber. The gaseous mixture then impinges upon a wafer within the chamber, whereupon the two gases react to deposit tungsten silicide on the wafer.

Particulate contamination problems have occurred in the above described systems when the prior art gas distribution plate has warmed to temperatures greater than 25 degrees centigrade. When such plate warming occurs, the two gases react at the gas distribution plate to form large particulates that can contaminate the wafer. Furthermore, at temperatures greater than about 25 degrees centigrade, deposits may form and clog the gas distribution holes of the plate to cause uneven deposition. Additionally, a layer of tungsten silicide may form on the inner surface of the plate and later flake off in large particulates which rain down upon the wafer to create an uneven tungsten silicide layer, whereby the wafer is contaminated and rendered valueless.

Figure 1 is a perspective view of a system 10 including a pumping plate or lid 11 for a commercially available chemical vapor deposition chamber. The pumping plate 11 includes a gas injection manifold 12 and a gas box 14. The gas injection manifold 12 typically includes a gas input manifold 16 which communicates with a gas source, a gas output manifold 18 which communicates with the gas box 14, and a constant voltage gradient gas feedthrough 20 disposed therebetween.

Figure 2 is an exploded view of the gas box 14 of Figure 1 which is RF hot and routes process gas from the gas output manifold 18 to the blocker plate 22. The blocker plate 22, in turn, channels process gas to the gas distribution plate 24 where the gases are evenly distributed over the wafer through hundreds of holes. An isolator 26 is disposed between the "RF hot" gas distribution plate 24 and the "electrically grounded" chamber lid 11.

Figure 3 is a cross-sectional view of the gas injection manifold 12 shown in Figure 1 that channels process gases from the chamber body gas feedthrough line (not shown) into the gas box 14 (See Figure 2). The gas injection manifold 12 generally comprises a gas input manifold 16, a gas output manifold 18 and a constant voltage gradient feedthrough 20 disposed therebetween. The gas input manifold 16 and the gas output manifold 18 are typically made of a metal, whereas the constant voltage gradient feedthrough 20 includes an electrically insulative housing 22, such as quartz or

polytetrafluoroethylene (PTFE, available under the trademark TEFLON from DuPont de Nemour & Company of Wilmington, Delaware). Gas feed tubes 24 extend from the gas input manifold 16, through the constant voltage feedthrough 20, to the gas output manifold 18. A ceramic resistor tube 26 is disposed around the gas feed tubes 24 to provide the constant voltage gradient between the RF hot gas output manifold 18 and the electrically grounded gas input manifold 16.

The electrically insulative housing 22 is also provided with a pair of water-carrying channels or passages 28 adjacent the passages 30 which receive the gas feed tubes 24. The water-carrying channels 28 include a water input channel and a water output channel for transporting water to and from the gas input manifold 16 and a coolant pool or channel (not shown) within the chamber lid assembly 10. The coolant pool or channel allows water to heat or cool various parts of the lid assembly 10. Furthermore, water passing through the water-carrying channels 28 may be used to provide thermal management of gases passing through the gas feed tubes 24. Typically, water will be withdrawn through the water output channel and recycled to a heat exchange system (not shown) that controls the temperature of the water.

Figure 4 is a gas delivery system that incorporates the gas injection manifold 12 of Figure 3. The reactant gases are passed through the gas input manifold 16, the gas feed tube(s) 24 of the constant voltage gradient feedthrough 20 and the gas output manifold 18 before being released into the gas box 14 of the chemical vapor deposition chamber. The gases are cooled by passing a liquid coolant through the gas input manifold 16, a first liquid channel 28 of the feedthrough 20, the gas output manifold 18 and into the liquid coolant pool 32 adjacent the gas box 14 before returning the liquid through the gas output manifold 18, a second liquid channel 28 of the feedthrough 20, and the gas input manifold 16. The coolant liquid exiting the gas input manifold 16 may be returned to a central or dedicated heat exchange system or passed to another device or chamber for further cooling.

However, the system described above in reference to Figures 1-4 suffers from several operational limitations. First, it is necessary to clean the gas passageways of the gas injection manifold 12 periodically due to the buildup of particulate contaminants therein. To facilitate thorough cleaning, the gas injection manifold must be disassembled. However, when the electrically

insulative housing 20 is loosened and removed from the gas input and output manifolds 16,18, the water-carrying passageways 28 are consequently opened, thereby allowing water to spill on or around the equipment. While it may be possible to minimize the amount of water spilled by evacuating the water channels 28 prior to disassembly, these measures are wholly unproductive because the water channels do not typically require cleaning. Furthermore, the seals between the reassembled housing 20 and gas input and output manifolds 16,18 that communicate with the water channels 20 must be checked for leaks following the maintenance procedure.

Another limitation of the prior art arrangement is that the electrically insulating housing, ceramic resistors and feed tubes are typically made from materials having low thermal conductivities. Consequently, the transfer of thermal energy between fluids is quite low.

Furthermore, passing the heat exchange fluid through the electrically insulative housing imposes certain constraints on the diameter of the water-carrying channels and, therefore, the water flow rate and pressure drop through the system.

Figure 5 is an alternative heat exchange system 40 which overcomes several of the limitations stated above with regard to system 10 by providing flexible water coolant fluid tubes 42,44 directly to and from the coolant pool 32. However, this alternative system 40 does not allow for thermal management of the gas injection manifold 16 and, therefore, is not suitable for use with certain processes, such as deposition of tungsten silicide as described above.

Therefore, there is a need for a chemical vapor deposition chamber having improved thermal management over the gas injection manifold and gas box. There is also a need for a gas injection manifold providing improved heat exchange between a heat exchange fluid and the process gases entering the chamber. It would be desirable if the gas injection manifold allowed the water cooling system to remain closed during maintenance and cleaning of the manifold, thereby simplifying the cleaning procedure and avoiding spills. It would be further desirable if the system allowed higher water flow rates and a lower pressure drop across the chamber.

**Summary of the Invention**

The present invention provides a method and apparatus for improving thermal management of gases being delivered to a chemical vapor deposition chamber. Thermal management is accomplished using a heat transfer fluid in thermal communication with the deposition gas passageways delivering the gases to the chamber for deposition.

One aspect of the invention provides a gas injection manifold having gas passageways and coolant liquid passageways wherein the gas passageways extend through a constant voltage gradient gas feedthrough and the coolant liquid passageways extend only through a gas input manifold coupled to the inlet end of the constant voltage gradient gas feedthrough. The gas input manifold is made from a material having a high thermal conductivity such as a metal. In this manner, heat transferred between the coolant fluid and the gas can be optimized.

Another aspect of the invention provides a coolant liquid system for a gas injection manifold which remains intact during maintenance and disassembly of the gas injection manifold, particularly the constant voltage gradient gas feedthrough. This is accomplished primarily by providing a self-contained heat exchanger within the gas input manifold. The gas input manifold is provided with separate liquid coolant inlet and liquid coolant outlet. It should also be recognized that the gas input manifold just described will also allow maintenance or disassembly of the coolant liquid system without requiring disassembly of the gas injection manifold.

A further aspect of the invention provides for cooling of the gas injection manifold and the gas box or the gas distribution plate, without passing the coolant fluid through the constant voltage gradient gas feedthrough. Heat exchange passages through the gas input manifold as well as the coolant liquid pool or channel within the gas box or gas distribution plate may be operated in series or in parallel. The passages may comprise: holes drilled through the member, such as through the gas input manifold in close proximity to the gas passages; a chamber defined between two parallel plates, such as adjacent the gas box; or a sealed annular groove, such as in the wall surrounding the gas distribution plate. Flexible tubing, such as plastic or rubber hose, may be used to deliver and transfer the coolant fluid to and between passages.



Each of the cooling systems of the present invention provide improved thermal management of gas delivery systems to chemical vapor deposition chambers. Thermal management or temperature control of the gases is often necessary or desirable to prevent side reactions or undesirable deposition within the gas delivery system.

In yet another aspect of the invention, a gas injection manifold having a gas input manifold, a constant voltage gradient passthrough and a gas output manifold are provided with a cooling liquid passage through the gas input manifold and a bypass member coupled to the coolant liquid passage for bypassing the constant voltage gradient gas feedthrough. This bypassing member allows maintenance and disassembly of the constant voltage gradient gas feedthrough without breaking the seal on the coolant liquid system. In one embodiment, the bypass has a second end coupled to a coolant pool in the gas box or a channel in the gas distribution plate.

So that the above recited features and advantages of the present invention can be understood in detail, a more particular description of the invention, briefly summarized above, may be had by reference to the embodiments thereof which are illustrated in the appended drawings. It is to be noted, however, that the appended drawings illustrate only typical embodiments of this invention and are therefore not to be considered limiting of its scope, for the invention may admit to other equally effective embodiments.

#### **Detailed Description of the Preferred Embodiment**

The present invention provides a method and apparatus for improving thermal management of gases being delivered to a chemical vapor deposition chamber. Thermal management is accomplished using a heat transfer fluid in thermal communication with the deposition gas passageways delivering the gases to the chamber for deposition.

One aspect of the invention provides a gas injection manifold having gas passageways and coolant liquid passageways wherein the gas passageways extend through a constant voltage gradient gas feedthrough and the coolant liquid passageways extend only through a gas input manifold coupled to the inlet end of the constant voltage gradient gas feedthrough. The gas input manifold is made from a material having a high thermal conductivity such as a metal. In this manner, heat transferred between the coolant fluid and the gas can be optimized.

Another aspect of the invention provides a coolant liquid system for a gas injection manifold which remains intact during maintenance and disassembly of the gas injection manifold, particularly the constant voltage gradient gas feedthrough. This is accomplished primarily by providing a self-contained heat exchanger within the gas input manifold. The gas input manifold is provided with separate liquid coolant inlet and liquid coolant outlet. It should also be recognized that the gas input

manifold just described will also allow maintenance or disassembly of the coolant liquid system without requiring disassembly of the gas injection manifold.

A further aspect of the invention provides for cooling of the gas injection manifold and the gas box or the gas distribution plate, without passing the coolant fluid through the constant voltage gradient gas feedthrough. Heat exchange passages through the gas input manifold and the coolant liquid pool or channel within the gas box or gas distribution plate may be operated in series or in parallel.

Figure 8 is a schematic perspective view showing the gas input manifold 54 with gas passages 80,82 and a coolant liquid passage 52 therethrough. The passage 52 through the gas input manifold 54 preferably comprises one or more holes drilled through the gas input manifold in close proximity to the gas passages 80,82.

Figure 10 is a cross-sectional view of the gas box 14 of Figure 1 in accordance with the cooling system 50 of Figure 6 of the present invention. The passage comprising the coolant liquid pool 68 may be a chamber defined between two parallel plates 84,86 and inner and outer cylindrical walls 88,90, perhaps disposed above or below some portion of the chamber 92 of the gas box 14.

Figure 9 is a perspective view of a gas distribution plate 24 having an annular coolant liquid passage 94 formed around its circumference. Coolant liquid may be provided to a coolant liquid channel, such as a sealed annular groove 94, disposed in a chamber wall, ring member or lid around the circumference of the gas box or gas distribution plate 24. Flexible tubing, such as plastic or rubber hose, may be used to deliver and transfer the coolant fluid to and between the passages. Not shown in Figure 9 is a mating ring which seals the top of the groove 94, but providing an inlet port 96 and outlet port 98 communicating with the groove 94.

Each of the cooling systems of the present invention provide improved thermal management of gas delivery systems to chemical vapor deposition chambers. Thermal management or temperature control of the gases is often necessary or desirable to prevent side reactions or undesirable deposition within the gas delivery system.

In yet another aspect of the invention, a gas injection manifold having a gas input manifold, a constant voltage gradient passthrough and a gas output manifold are provided with a cooling liquid passage through the gas input manifold and a bypass member coupled to the coolant liquid passage for bypassing the constant voltage gradient gas feedthrough. This bypassing member allows maintenance and disassembly of the constant voltage gradient gas feedthrough without breaking the seal on the coolant liquid system. In one embodiment, the bypass has a second end coupled to a coolant pool in the gas box or a channel in the gas distribution plate.

Figure 6 is a perspective view showing a gas delivery system 50 for a chemical vapor deposition chamber of the present invention. A liquid coolant is provided to a coolant liquid passage 52 within the gas input manifold 54 and may optionally be passed into a coolant pool 56 adjacent the gas box 14 or gas distribution plate 24 (see Figure 2). These coolant liquid passages 52,56 are coupled to a heat exchange fluid source 58 which provides a fluid at a desired temperature. As shown in Figure 6, the preferred means for delivering the fluid to and from the cooling passages is using conduits 58,60,62 such as a flexible hose, e.g., plastic or rubber hose. While the cooling passages 52,56 may be operated in series or in parallel, it is generally preferred that the cooling fluid pass through the gas input manifold passages 52 and the coolant pool 56 in series, most preferably in that order since the magnitude of heat transfer occurring in the gas input manifold 54 will typically be much less than the heat transfer occurring between the coolant pool 56 and either the gas box or gas distribution plate.

Figure 7 is a schematic top view of a coolant liquid pool 56. The liquid pool 56 includes an inlet port 64 and an outlet port 66 to a substantially annular chamber 68. In accordance with the invention, it is preferred that the annular chamber 68 include a radially disposed wall 70 extending from the inner annular surface 72 to the outer annular surface 74. This wall 70 forces the coolant fluid to take a long arcuate path through the pool 56 before exiting the coolant liquid outlet port 66. As shown, the coolant liquid inlet and outlet ports 64,66 are preferably disposed adjacent opposing sides of the wall 70. It should be recognized that other walled arrangements may be provided to

increase the circulation of fluid. It is anticipated that these walls could include spirals, serpentes, and the like without departing from the scope of the present invention.

The coolant liquid used in the present invention may be provided by any known system which can provide liquid at a desired temperature. Particularly, the system may include heat exchangers, either dedicated or centralized, that provide a continuous supply of the coolant liquid at a relatively constant temperature. These systems are typically located outside the clean room environment and may include continuous circulation loops providing coolant liquid to a plurality of devices.

While the foregoing is directed to a preferred embodiment of the present invention, other and further embodiments of the invention may be devised without departing from the basic scope thereof, and the scope thereof is determined by the claims which follow.

#### 4. Brief Description of Drawings

Figure 1 is a perspective view of the lid portion of a CVD chamber which includes the temperature controlled gas distribution plate of the present invention therein;

Figure 2 is a expanded diagram depicting the components of the gas distribution system of the lid depicted in Figure 1;

Figure 3 is a cross-sectional view of the gas injection manifold.

Figure 4 is a schematic flow diagram of a gas delivery system including the gas injection manifold of Figure 3.

Figure 5 is a schematic flow diagram of another gas delivery system including a gas injection manifold without liquid coolant passages.

Figure 6 is a schematic flow diagram of a gas delivery system of the present invention.

Figure 7 is a schematic top view a coolant liquid pool.

Figure 8 is a schematic perspective view showing the gas input manifold with gas passages and a coolant liquid passage therethrough.

Figure 9 is a perspective view of a gas distribution plate having an annular coolant liquid passage formed around its circumference.

Figure 10 is a cross-sectional view of the gas box of Figure 1 in accordance with the cooling system of Figure 6 of the present invention.

Figure 1

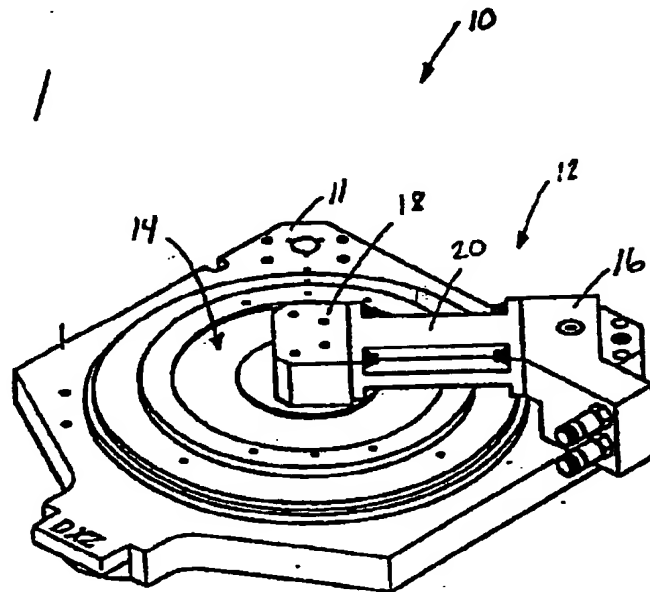


Figure 2

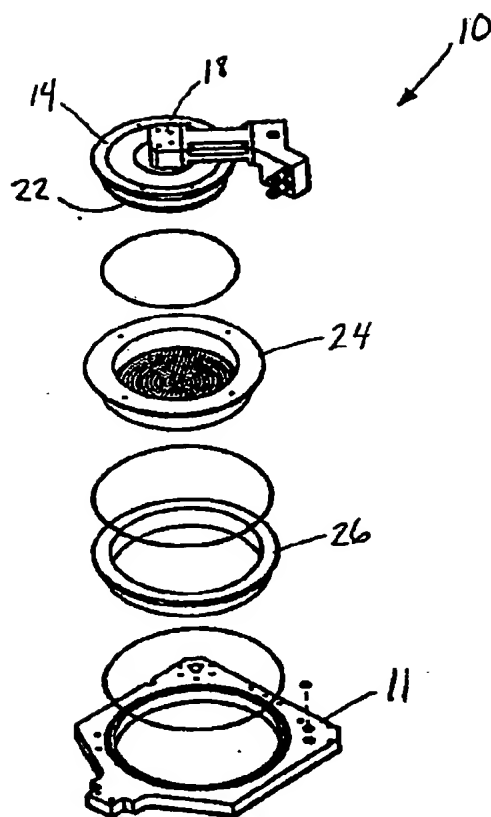
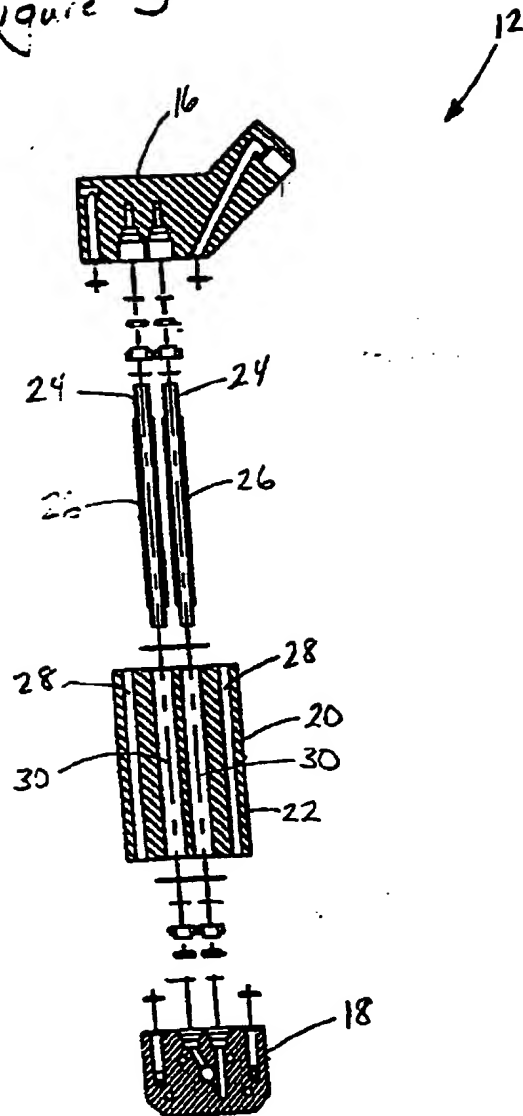


Figure 3



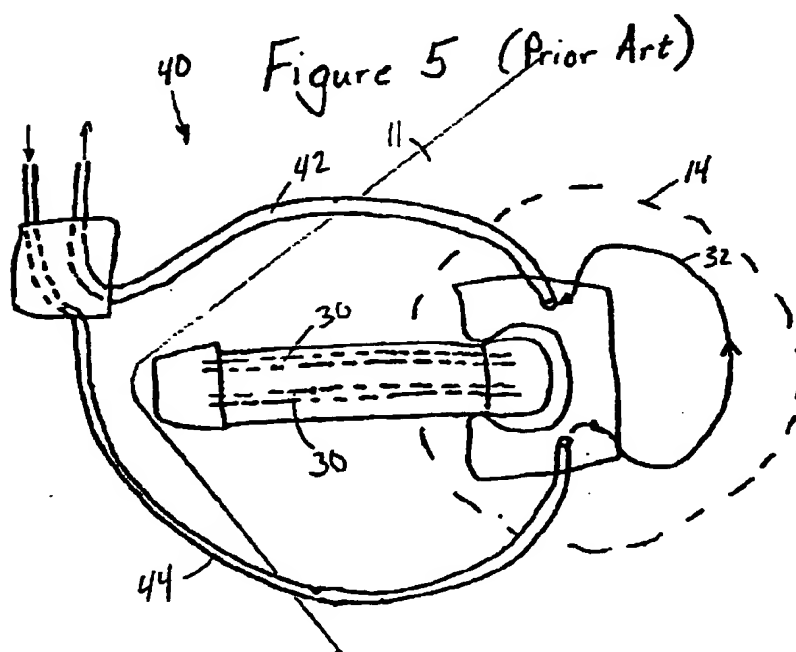
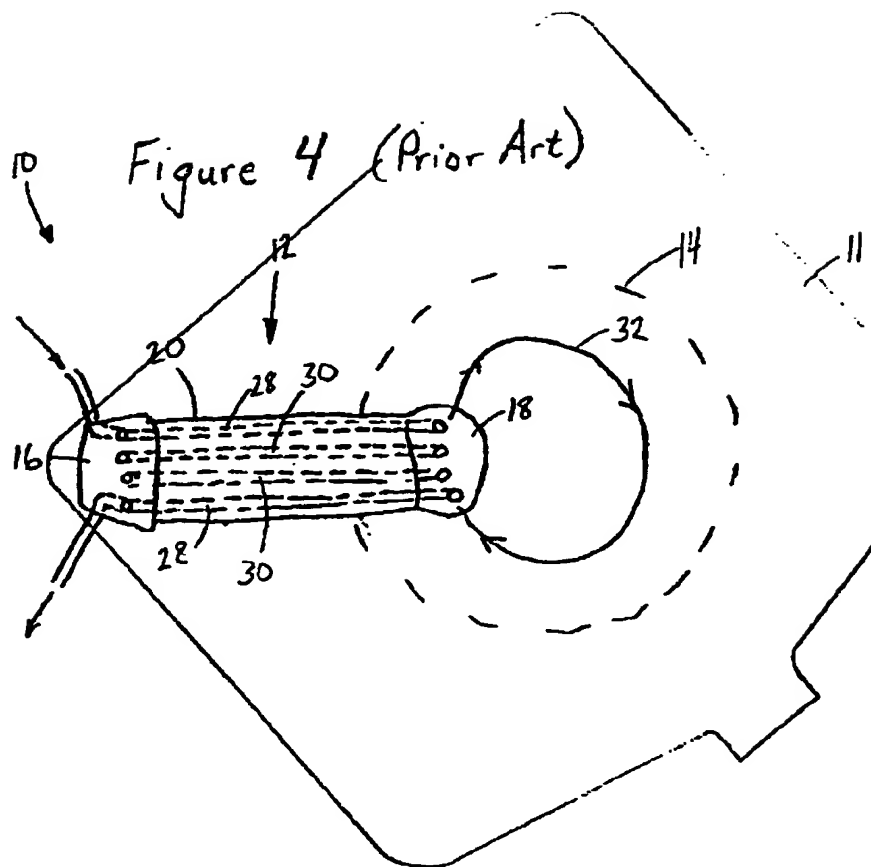


Figure 6

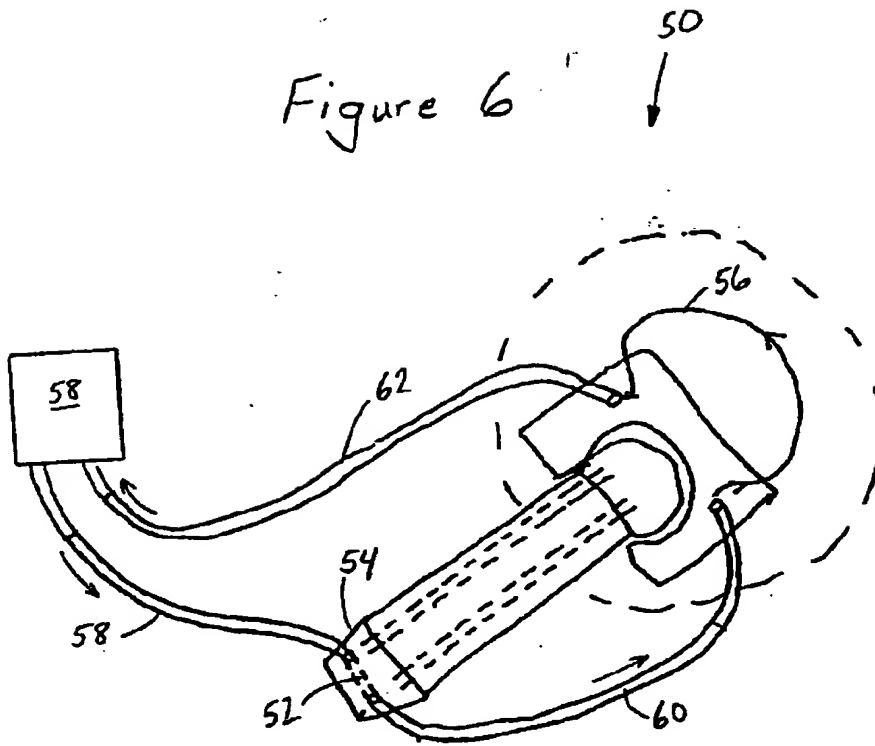


Figure 7

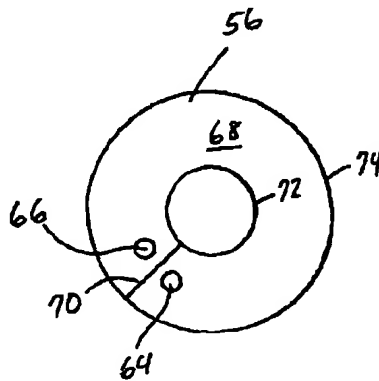




Figure 8

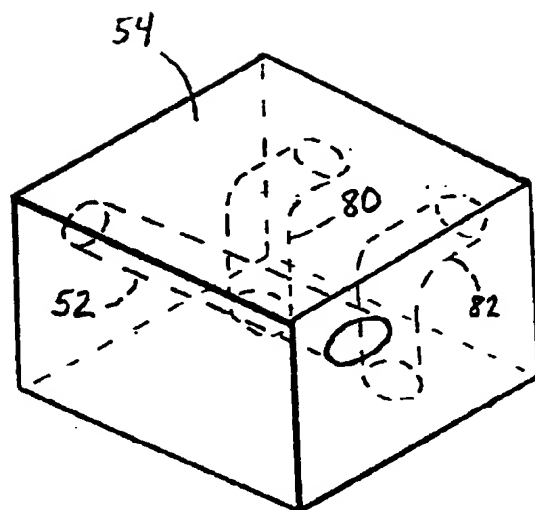


Figure 9

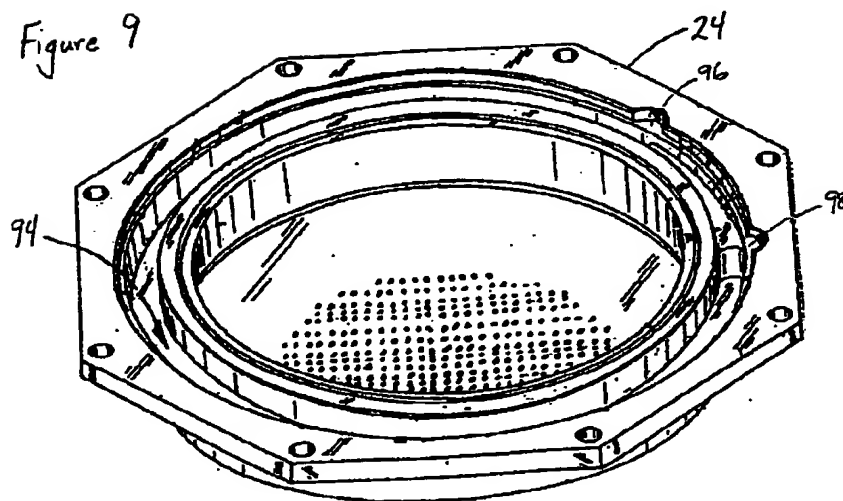
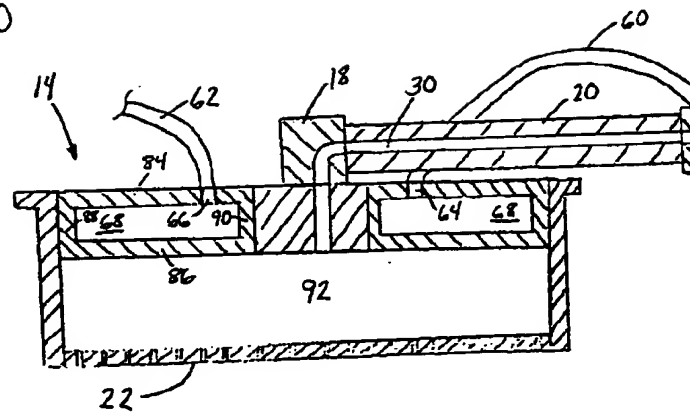


Figure 10



## 1. Abstract

## ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The present invention provides a method and apparatus for improving thermal management of gas being delivered to a chemical vapor deposition chamber. Thermal management is accomplished using a heat transfer fluid in thermal communication with the deposition gas. The gas injection manifold includes passageways delivering the gases to the chamber for deposition. The gas passageways and coolant liquid passageways, wherein the gas passageways extend through a constant voltage gradient gas feedthrough and the coolant liquid passageways extend through a gas input manifold coupled to the inlet end of the constant voltage gradient gas feedthrough. This arrangement provides for increase coolant liquid flow and allows maintenance or disassembly of the constant voltage gradient gas feedthrough without breaking the seal on the coolant liquid system.

## 2. Representative Drawing

Fig. 1